

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 août 2002 (08.08.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/060711 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : B60H 1/32,
F02N 11/04

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/00269

(22) Date de dépôt international :
23 janvier 2002 (23.01.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/01341 31 janvier 2001 (31.01.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : VALEO
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR [FR/FR];
2, rue André-Boulle, F-94017 Créteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DUBUS,
Jean-Marc [FR/FR]; 9G, rue de l'Essonne, F-91000 Evry
(FR). WESTERHOLT, Eckart [FR/FR]; 2, impasse
Rideau, F-94100 Saint-Maur (FR).

(74) Mandataire : GAMONAL, Didier; Valéo Equipements
Electriques Moteur, 2, rue André-Boulle, F-94017 Créteil
Cedex (FR).

(81) États désignés (national) : JP, KR, MX, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).

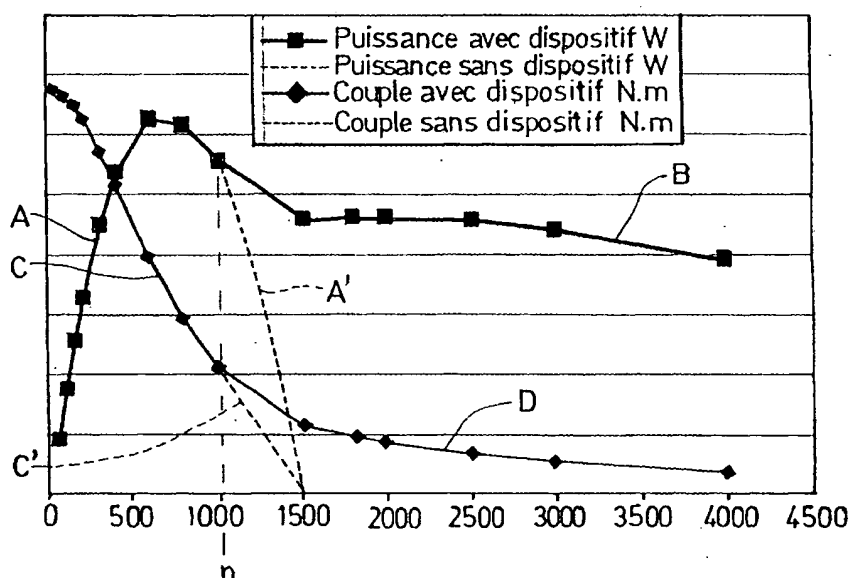
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A POLYPHASE AND REVERSIBLE ROTATING ELECTRICAL MACHINE FOR
HEAT-ENGINE MOTOR VEHICLE

(54) Titre : PROCEDE DE COMMANDE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POLYPHASEE ET REVERSIBLE
POUR VEHICULE AUTOMOBILE A MOTEUR THERMIQUE



(57) Abstract: The invention concerns a method for controlling a polyphase and reversible rotating electrical machine, called alternator-starter, for a heat-engine motor vehicle capable of operating either with electric generator - alternator mode - or with electric motor in particular for starting the heat engine. The invention is characterised in that when it is operating with electric motor, said machine is driven in two modes corresponding to different speed/torque characteristic curves, namely a first mode, called starter mode, enabling to drive the heat engine of the vehicle to start it with high torques for low speeds, while the second mode, called auxiliary mode, enables to drive at least a power consuming element, such as an accessory, and/or the heat engine with higher speed levels and lower torques than those of the first mode.

[Suite sur la page suivante]



WO 02/060711 A1



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Procédé de commande d'une machine électrique tournante polyphasée et réversible, dite alternateur-démarreur, pour véhicule automobile à moteur thermique pouvant fonctionner soit en générateur électrique -mode alternateur- soit en moteur électrique pour notamment démarrer le moteur thermique caractérisé en ce que lors du fonctionnement en moteur électrique ladite machine est entraînée selon deux modes correspondants à des courbes de caractéristiques vitesse/couple différentes, à savoir un premier mode, dit mode démarreur, permettant d'entraîner le moteur thermique du véhicule pour démarrer celui-ci avec des couples élevés pour des vitesses basses, tandis que le second mode, dit mode moteur auxiliaire, permet d'entraîner au moins un consommateur de puissance, tel qu'un accessoire, et/ou le moteur thermique avec des vitesses plus élevées et des couples plus faibles que ceux du premier mode.

**Procédé de commande d'une machine électrique tournante
polyphasée et réversible pour véhicule automobile à moteur
thermique.**

5

Domaine de l'invention

La présente invention est relative à une machine électrique tournante réversible telle qu'un alternateur-démarreur de véhicule, notamment automobile.

10

Une telle machine est décrite par exemple dans les documents EP-A-0 260 1786, FR-A-2 745 444 et FR-A-2 745 445 auxquels on pourra se reporter pour plus de précisions.

Cette machine du type polyphasé fonctionne, d'une part, en générateur électrique de courant et, d'autre part, en moteur électrique.

15

Cette machine fonctionne donc en alternateur, pour notamment charger la batterie et alimenter les consommateurs de puissance du véhicule, tels que des accessoires, et comme démarreur pour entraîner la couronne de démarrage du moteur à combustion interne, dit aussi moteur thermique, du véhicule automobile pour son démarrage.

20

A cet effet le pont redresseur en sortie de l'induit de l'alternateur sert également de pont de commande des phases de l'alternateur. Ce pont est appelé également onduleur.

25

Etat de la technique

De manière connue cette machine tournante est dans un mode de réalisation associée au volant moteur du véhicule automobile en étant par exemple intégrée à celui-ci et tourne donc à la même vitesse de rotation que le vilebrequin du moteur thermique du véhicule automobile entraînant en rotation le volant moteur éventuellement en deux parties pour formation d'un volant amortisseur doté d'organes élastiques intervenant entre les deux parties ou d'un volant flexible. Dans ces deux cas le rotor de la machine est porté par l'une de ces parties.

30

35

2

En variante la machine réversible est entraînée en rotation par le vilebrequin par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission de mouvement tel qu'un dispositif à poulies et courroie. Dans ce cas la machine tourne à une vitesse supérieure
5 à celle du vilebrequin.

Dans tous les cas la machine électrique tournante comprend :

- un rotor bobiné constituant l'inducteur associé classiquement à deux bagues collectrices et deux balais par
10 lesquels est amené le courant d'excitation ;

- un stator polyphasé portant plusieurs bobines ou enroulements, constituant l'induit, qui sont connectés en étoile ou en triangle dans le cas le plus fréquent d'une structure triphasée et qui délivrent vers le pont redresseur, en
15 fonctionnement alternateur, la puissance électrique convertie.

Le pont est relié aux différentes phases de l'induit et est monté entre la masse et une ligne d'alimentation électrique du réseau de bord du véhicule reliée à la borne d'alimentation positive de la batterie. Ce pont présente plusieurs bras avec
20 des diodes par exemple intégrées à des transistors de type MOSFET ou plus généralement à des interrupteurs comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 745 445.

Le fonctionnement en mode moteur d'une telle machine s'effectue en imposant par exemple un courant continu dans
25 l'inducteur et en délivrant de manière synchrone sur les phases du stator des signaux déphasés de 120° , idéalement sinusoïdaux mais éventuellement trapézoïdaux ou carrés.

Ce pont redresseur et de commande est piloté par un module électronique de commande et de contrôle. Le pont et le
30 module de commande appartiennent à une unité, dite unité de commande et de contrôle, implantée le plus souvent à l'extérieur de la machine et comportant un dispositif régulateur de régulation de tension destiné à maintenir la tension de la batterie la plus constante possible. Ces moyens sont court-
35 circuités en mode moteur électrique.

Cette unité comporte un calculateur tel qu'un microcontrôleur.

Il est en outre prévu des moyens pour le suivi de la position angulaire du rotor pour, en mode moteur électrique, injecter au bon moment du courant électrique dans la phase appropriée et donc dans le bobinage concerné du stator.

Ces moyens avantageusement du type magnétique, en variante du type optique, envoient des informations à l'unité électronique de commande et de contrôle et sont décrits par exemple dans les documents FR-A-2 807 231 déposé le 20 novembre 2000 et FR-A-2 806 223 déposé le 10 mars 2000.

Ces moyens comportent donc une cible calée en rotation sur le rotor ou la poulie de la machine et au moins un capteur du type à effet Hall ou magnéto-résistif détectant le passage de la cible avantageusement du type magnétique.

De préférence au moins trois capteurs sont prévus, ceux-ci étant portés par le palier avant ou arrière que comporte la machine électrique tournante pour supporter de manière fixe le stator et à rotation le rotor.

Dans le document EP -A- 0 715 979 on a prévu de faire travailler la machine comme moteur auxiliaire. Plus précisément il est prévu une batterie auxiliaire en sorte que l'on peut réaliser une programmation pour, lorsque le véhicule est en stationnement, mettre en marche le dispositif de climatisation du véhicule automobile. Pour ce faire la machine électrique réversible et le compresseur du dispositif de climatisation sont solidaires en rotation d'un organe rotatif lui-même couplé au moteur thermique par une transmission unidirectionnelle de façon à être entraînée par le moteur thermique lorsque celui-ci fonctionne et à ne pas entraîner le moteur thermique lorsque la machine fonctionne en moteur lorsque le véhicule est en stationnement.

Dans le document FR 0016133 déposé le 12/12/2000 on a également prévu de faire travailler la machine comme moteur auxiliaire notamment lorsque lors d'un arrêt du moteur thermique du véhicule au feu rouge.

Dans tous les cas il est prévu une unité électronique de commande et de contrôle comportant un commutateur permettant, d'une part, de raccorder le rotor bobiné de la machine à un dispositif régulateur de tension contrôlant l'intensité
5 circulant dans l'inducteur lorsque la machine fonctionne en générateur électrique -mode alternateur- et, d'autre part, de raccorder le stator de la machine à un dispositif de commande, tel qu'un onduleur, commandant de manière séquentielle les phases de l'induit avec intervention de capteurs de la position
10 angulaire du rotor lorsque la machine fonctionne en moteur électrique notamment en mode démarreur.

La présente invention a pour objet de tirer partie de cette machine de manière simple et économique.

Suivant l'invention un procédé de commande d'une machine
15 électrique tournante polyphasée et réversible, dite alternateur-démarreur, pour véhicule automobile à moteur thermique pouvant fonctionner soit en générateur électrique -mode alternateur- soit en moteur électrique pour notamment démarrer le moteur thermique, est caractérisé en ce que lors du fonctionnement en
20 moteur électrique ladite machine est entraînée selon deux modes correspondants à des courbes de caractéristiques vitesse/couple différentes, à savoir un premier mode, dit mode démarreur du moteur thermique, permettant d'entraîner le moteur thermique du véhicule pour démarrer celui-ci avec des couples élevés pour des
25 vitesses basses, tandis que le second mode, dit mode moteur auxiliaire, permet d'entraîner la machine seule ou au moins un consommateur de puissance, tel qu'un accessoire, et/ou le moteur thermique avec des vitesses plus élevées et des couples plus faibles que ceux du premier mode.

30 Grâce à l'invention la machine électrique tournante et réversible est utilisée en moteur électrique auxiliaire dans une plage de vitesse supérieure à celle nécessaire à démarrer le moteur thermique. Ainsi on peut arrêter le moteur thermique du
35 véhicule automobile au feu rouge et entraîner au moins un accessoire par la machine électrique tel que le compresseur du

dispositif de climatisation. Ensuite on peut redémarrer le moteur thermique. En variante l'accessoire est une pompe d'assistance pour direction hydraulique assistée en sorte que l'on peut tourner les roues lorsque le moteur thermique est
5 arrêté au feu rouge. Bien entendu on peut en mode moteur auxiliaire entraîner plusieurs consommateurs de puissance ou charges ou en variante entraîner la machine seule avant de passer en mode alternateur.

Dans une forme de réalisation lors du deuxième mode on
10 déconnecte ladite machine du moteur du moteur thermique du véhicule automobile.

Par exemple on prévoit un dispositif permettant de ne plus entraîner la poulie du vilebrequin du moteur thermique du véhicule ou le vilebrequin lui-même. Ce dispositif peut
15 comporter un embrayage électromagnétique une roue libre pilotée etc. Un dispositif mécanique permet donc de débrayer la machine et l'accessoire à entraîner, constituant un consommateur de puissance notamment mécanique et/ou électrique, du vilebrequin.

En variante on fait varier le rapport de transmission du
20 dispositif de transmission de mouvement.

On peut donc avantageusement utiliser des rapports de transmission différents en fonction du mode de fonctionnement choisi. Ceci peut être réalisé à l'aide de dispositifs connus : train épicycloïdal, double poulie roue libre à sens de roue
25 libre inversé. Dans le cas d'un double rapport de transmission, chaque courroie est munie soit d'un système de tension fixe soit d'un système de tension automatique, respectivement sur chacun des brins mous. Dans le cas de l'utilisation d'un train épicycloïdal intégré à la poulie de vilebrequin ou d'un rapport
30 de transmission fixe, la tension de courroie peut être effectuée soit à l'aide d'un tendeur fixe ou d'un tendeur dynamique réversible ou de deux tendeurs agissant chacun dans un seul mode de fonctionnement.

Suivant une caractéristique on surexcite le bobinage du
35 rotor en mode démarreur (premier mode) pour maximiser le couple de démarrage de l'alternateur-démarreur. Avantageusement on

6

effectue cette surexcitation également dans le second mode -mode moteur auxiliaire -.

On peut ainsi augmenter la puissance de la machine sans avoir à utiliser des batteries plus puissantes.

- 5 L'alternateur-démarrreur peut donc démarrer un moteur à combustion interne de véhicule automobile plus puissant et/ou démarrer ledit moteur sous des températures basses.

10 Cette surexcitation peut être réalisée par une surtension aux bornes du bobinage d'excitation et/ou une surintensité dans le bobinage d'excitation par rapport à un alternateur conventionnel.

15 Ceci peut être réalisé à l'aide d'un survolteur électronique ou encore en agissant sur le nombre de spires du bobinage d'excitation et sur sa résistance afin d'obtenir sous une même tension d'alimentation un nombre d'Ampères-tours supérieur.

Dans un mode de réalisation, on augmente la section du fil conducteur de la bobine d'excitation. On peut jouer sur le nombre de spires de la bobine d'excitation.

- 20 Dans un mode de réalisation on surexcite le bobinage du rotor uniquement en mode démarrreur et également avantageusement en mode moteur auxiliaire.

Dans un autre mode de réalisation on surexcite le bobinage du rotor également en mode alternateur.

- 25 Grâce à ces caractéristiques il est proposé une commande en mode démarrreur de l'alimentation du bobinage d'excitation (c'est à dire du bobinage du rotor) qui permette d'installer rapidement le couple de démarrage, de l'augmenter et de minimiser la dissipation thermique et de maximiser la puissance au démarrage, ainsi que lors du deuxième mode la machine
- 30 travaillant alors en moteur auxiliaire.

- Le procédé de pilotage du mode moteur auxiliaire peut être comme décrit ci-après. Si l'accessoire doit pouvoir être utilisé avant le démarrage du véhicule (préconditionnement thermique de l'habitacle programmé) le procédé consiste à
- 35 l'amener à sa vitesse de rotation via la machine électrique en

passant par une phase démarreur (surexcitation rotorique, sans entraîner le moteur thermique) puis à une vitesse n_0 à basculer en mode moteur auxiliaire. Une fois une vitesse n_1 atteinte, on charge le système, la vitesse résultante n_x dépend alors de la puissance de la charge et de celle produite par le mode moteur auxiliaire ; la valeur de cette vitesse n_x pouvant être réglée en défluxant plus ou moins le rotor du moteur auxiliaire.

Dans le cas où le véhicule à démarrer utilise le mode moteur auxiliaire, il existe alors la possibilité d'un démarrage inertiel. Le second mode moteur est pour ce faire utiliser (vilebrequin débrayé) et on entraîne la machine à la vitesse maximum atteignable, puis on embraye le vilebrequin. Lorsque le mode moteur auxiliaire doit être activé alors qu'une phase d'arrêt moteur est prévue la charge (le consommateur de puissance) entraînée est délestée le vilebrequin débrayé, et on active le mode moteur auxiliaire, la vitesse étant alors supérieure à n_0 , on ne repasse pas par un mode démarreur, on charge alors de nouveau le dispositif, la vitesse résultante n_x dépend alors de la puissance de la charge et de celle produite par le mode moteur auxiliaire (la valeur de cette vitesse n_x pouvant être réglée en défluxant plus ou moins le rotor du moteur auxiliaire).

Au moment du redémarrage, on déleste la charge entraînée, ce qui a pour conséquence une augmentation de la vitesse de rotation puis on effectue un démarrage identique au démarrage inertiel en embrayant le vilebrequin.

L'unité électronique de contrôle et de commande peut prendre en compte la gestion de ce préconditionnement, ainsi qu'assurer les sécurités relatives aux personnes : pas de démarrage capot ouvert, portes ouvertes, redémarrage en cas de baisse de pression dangereuse sur le système de freinage, contact établi après une phase de stop, identification du code transpondeur inhibants le démarrage en cas de tentative d'effraction... ainsi qu'indiquer des dysfonctionnements : glissement courroie, courroie cassée, état de charge batterie.

Dans une forme de réalisation on tire partie des moyens de suivi de la rotation du rotor et plus précisément des capteurs fixes de ces moyens.

Plus précisément dans le premier mode selon l'invention, 5 les signaux des capteurs reliés à l'unité électronique de commande et de contrôle (et donc de gestion), sont utilisés dans l'ordre direct. Dans le deuxième mode, on modifie l'ordre d'utilisation des signaux des capteurs par une permutation et une inversion des signaux des capteurs permettant de déphaser le 10 signal de commande envoyé par l'unité de commande et de contrôle aux phases du stator.

Bien entendu en mode moteur auxiliaire, on règle le courant d'excitation du bobinage d'excitation du rotor de manière différente de celle des modes alternateur et démarreur.

15

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est 20 purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale, sans coupe axiale du rotor de la cible et du porte-cible, d'un alternateur-démarreur selon le document FR-A-2 806 223 ;
- 25 - la figure 2 montre les courbes caractéristiques (couple et puissance en fonction d'une vitesse de rotation (nombre de tours par minute) -à savoir celle du rotor de la machine- proportionnelle à celle du moteur thermique du véhicule) ;
- la figure 3 illustre un circuit d'alimentation conforme 30 à un mode de mise en œuvre possible pour l'invention.

Descriptions de modes de réalisation préférentiels de l'invention

35 Dans les figures la machine électrique tournante réversible du type polyphasé est un alternateur-démarreur du

type sus-indiqué est décrit par exemple dans les documents FR-A-2 807 231 et FR-A-2 806 223 précités.

Cette machine a ici la structure d'un alternateur classique par exemple du type de celui décrit dans le document
5 EP-A-0 515 259 auquel on se reportera pour plus de précisions.

Cette machine, comme illustré à la figure 1, est donc à ventilation interne (refroidissement par air), son rotor à griffes 4 portant au moins à l'une de ses extrémités axiales un ventilateur 43,44 interne à pales 45. En variante la machine est
10 refroidie par eau comme décrit par exemple dans le document DE-A-100 19 914 ; le support du stator de la machine comportant un canal de circulation de fluide.

Plus précisément à la figure 1 le rotor 4 est un rotor du type Lundell à griffes avec des roues polaires 41,42 portants à leur périphérie externe des dents 143 d'orientation axiale et de
15 forme trapézoïdale. Les dents 143 d'une roue polaire sont dirigées vers les dents de l'autre roue polaire, lesdites dents de forme globalement trapézoïdale étant réparties de manière imbriquée d'une roue polaire à l'autre.

Bien entendu, comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 793 085, des aimants permanents peuvent être intercalés entre les dents des roues polaires pour augmenter le champ magnétique et donc la puissance de la machine. Ces dents sont
20 issues de la périphérie externe d'un flasque transversal que comporte chaque roue polaire 41,42.

Le rotor 4 porte centralement un bobinage d'excitation entre les flasques de ses roues polaires. Ce bobinage est visible par exemple à la figure 3 du document FR-A-2 806 223 et est porté par des noyaux issus des flasques des roues 41,42 ou
30 par un noyau constituant une entretoise entre lesdits flasques.

Le bobinage d'excitation comporte un élément électriquement conducteur qui est enroulé avec formation de spires. Ce bobinage d'excitation, lorsqu'il est activé, magnétise le rotor 4 pour créer à l'aide des dents 143 des
35 paires de pôles magnétiques Nord-Sud. Les extrémités du bobinage du rotor sont reliées chacune à une bague collectrice 6,7 sur

chacune desquelles frotte un balai (non référencé). Les balais sont portés par un porte-balais 16 solidaire du palier arrière 14 de la machine portant centralement un roulement à billes (non référencé) supportant à rotation l'extrémité arrière de l'arbre 3 portant à solidarisation, ici grâce à un moletage, le rotor 4. Les balais sont reliés à un dispositif régulateur de tension agencé ici à l'extérieur de la machine électrique.

L'extrémité avant de l'arbre 3 est supportée à rotation par un roulement à billes 11 porté par le palier avant 13 de la machine. L'extrémité avant de l'arbre porte à l'extérieur de la machine un organe de transmission de mouvement sous la forme d'une poulie 1 appartenant à un dispositif de transmission de mouvement comportant au moins une courroie en prise avec la poulie. Le dispositif de transmission de mouvement établit une liaison entre la poulie et un organe, tels qu'une autre poulie, entraîné en rotation par le moteur à combustion interne du véhicule. L'arbre 3 est fileté à son extrémité avant pour fixation de la poulie 1 intérieurement creuse à l'aide d'un écrou 2 comme visible dans cette figure 1. L'axe de symétrie axiale X-X définit l'axe de rotation de la machine électrique tournante ici du type triphasé.

Lorsque la machine - ici un alternateur-démarrreur - fonctionne en mode alternateur c'est-à-dire comme générateur électrique, la poulie est entraînée en rotation par le moteur à combustion interne du véhicule via au moins la courroie précitée. Lorsque la machine fonctionne en mode démarrreur, c'est-à-dire en moteur électrique, la poulie est admise à entraîner en rotation le moteur du véhicule via la courroie.

En variante le dispositif de transmission de mouvement comporte au moins une chaîne ou au moins un engrenage ou au moins un pignon, en sorte que la poulie 1 peut être remplacée par une roue dentée, un engrenage, un pignon ou autre organe constituant l'organe de transmission de mouvement.

Les paliers avant et arrière 13,14, de manière connue, sont ajourés pour la ventilation interne de la machine, sont reliés entre eux, par exemple à l'aide de tirants comme visible

à la figure 1, et appartiennent au support S de la machine destiné à être fixé sur une partie fixe du véhicule.

En variante, de manière connue, les supports sont en contact étanche l'un avec l'autre et sont creusés intérieurement à leur périphérie externe d'orientation axiale pour formation d'un canal de circulation d'un fluide de refroidissement, tel que le fluide de refroidissement du moteur thermique du véhicule, en sorte que la machine est refroidie ; ce type de refroidissement étant appelé classiquement refroidissement par eau et est décrit par exemple dans le document DE-A-100 19 914 précité.

Le support S grâce aux paliers 13,14 porte intérieurement de manière fixe à sa périphérie externe le stator 8 de la machine comportant un corps, constitué usuellement par un paquet de tôles, portant des bobines ou bobinages ou plus généralement des enroulements dont les sorties sont reliées au pont redresseur et de commande précité.

Les bobines ou enroulements du stator sont formés par des fils ou des enroulements en barres électriquement conducteurs comme décrit par exemple dans les documents WO92/06527, FR 01 13553 déposé le 19/10/2001 et FR 00 16738 déposé le 21/12/2000 ; les barres peuvent être de section rectangulaire. Les fils ou les barres traversent à isolation électrique le corps du stator 8 et sont reliés entre eux pour former des réseaux s'étendant de part et d'autre du corps du stator 8 en formant un premier et un deuxième chignons.

Plus précisément, de manière connue, la machine comporte plusieurs phases comprenant chacune une entrée et une sortie et les fils ou les barres sont reliés entre eux pour former lesdits réseaux et connecter l'entrée de la phase à la sortie de la phase en formant au moins un enroulement par phase. La machine peut donc être du type hexaphasé comme dans les figures 6 à 9 du document FR 00 16738 ou triphasé comme dans les figures 2 à 6 de ce document FR 00 16738. Les fils ou les barres traversent axialement à isolation électrique dans une forme de réalisation des encoches formées dans chaque tôle du corps du stator. En

variante les fils ou les barres traversent centralement à isolation électrique le corps du stator en étant fixés au corps du stator par de la résine comme décrit par exemple dans le document US A 5 097 167.

5 Le stator 8, constituant en mode alternateur l'induit de la machine, entoure le rotor 4, constituant en mode alternateur l'inducteur de la machine. Les balais, via le porte-balais 16, sont reliés à un dispositif régulateur de tension de l'alternateur pour maintenir la tension de l'alternateur à une
10 tension voulue ici de l'ordre de 14V, pour une batterie de 12V ou en variante de 42V pour une batterie de 36V.

 Le pont redresseur, l'unité électronique de commande et de contrôle du pont redresseur à bras sont ici montés dans un boîtier électronique implanté à l'extérieur de la machine. Il en
15 est de même dans une forme de réalisation du dispositif régulateur de tension.

 En variante le boîtier est monté sur la machine par exemple à l'arrière ou à la périphérie externe de celle-ci.

 Le dispositif régulateur de tension est dans une variante
20 monté à l'extérieur du boîtier en étant relié électriquement à celui-ci. Toutes les combinaisons sont possibles.

 Ce boîtier porte des moyens de commutation comportant ici des interrupteurs de puissance par exemple sous la forme de transistors du type MOSFET, une unité électronique de commande
25 et de contrôle et un circuit de surexcitation.

 L'unité électronique comporte un calculateur, tel qu'un microcontrôleur, recevant des informations de capteurs 52 décrits ci-après.

 La machine formant alternateur-démarrreur présente ici des
30 bobinages de stator et un pont redresseur montés en parallèle avec une batterie B d'un véhicule et un bobinage d'excitation porté à solidarisation par le rotor et alimenté par l'intermédiaire d'un circuit de surexcitation.

 Ce circuit de surexcitation est actif en mode démarrage
35 (alternateur-démarrreur fonctionnant en moteur électrique) pour, rendre maximal le couple de démarrage de l'alternateur-démarrreur

et démarrer plus aisément le moteur à combustion interne, dit aussi moteur thermique, du véhicule automobile, soit lors d'un démarrage à froid, soit lors d'un redémarrage après par exemple un arrêt à un feu rouge ; le moteur ayant été coupé pour réduire
5 à la consommation de carburant et réaliser ainsi une fonction dite de «Stop and GO».

Ce circuit de surexcitation reçoit en entrée la tension de réseau de bord délivrée par la batterie et/ou l'alternateur et délivre aux bornes du bobinage d'excitation une tension
10 supérieure à cette tension de réseau de bord.

Le montage comporte de manière précitée en outre des moyens de commutation (interrupteur de puissance par exemple) commandés par l'unité électronique de commande.

Cette unité de commande est associée au dispositif régulateur de tension de l'alternateur et commandé par exemple
15 le commutateur par un signal à modulation de largeur d'impulsion.

Egalement, l'unité de commande et de contrôle peut comporter des moyens qui permettent, dans le cas où
20 l'alternateur-démarrreur se déchargerait sur le réseau de bord en étant déconnecté par rapport à la batterie (cas de « load dump » selon la terminologie anglo-saxonne généralement utilisée par l'homme du métier), de commander immédiatement l'ouverture du commutateur de puissance afin de réaliser une démagnétisation
25 rapide de l'alternateur, notamment de son rotor.

Le circuit de surexcitation agit également lorsque la machine fonctionne en mode alternateur.

Le circuit de surexcitation est commandé de façon que la tension ou le courant de surexcitation qu'il délivre soit
30 toujours inférieure à une tension ou un courant qui correspond à la température maximale admissible pour l'alternateur-démarrreur et les composants qui sont associés à celui-ci, notamment quand la machine travaille en mode alternateur.

Dans un premier mode de mise en œuvre, il est prévu sur
35 la machine au moins un capteur thermique qui permet de connaître avec précision la température de l'élément le plus chaud.

Une boucle d'asservissement permet de maintenir la tension et/ou le courant de surexcitation délivré par le circuit d'excitation à des valeurs imposant en permanence à la machine, notamment en mode alternateur, d'être à une température
5 inférieure à la température maximale admissible pour celui-ci et ses composants.

Suivant une caractéristique de ce mode de réalisation, lorsque la machine fonctionne en mode démarreur, notamment pour démarrer le véhicule automobile, la surexcitation (tension et/ou
10 courant délivré par le circuit de surexcitation) est plus grande que la surexcitation en mode alternateur afin de maximiser le couple (et donc la puissance) de démarrage de l'alternateur-démarreur.

Suivant une caractéristique on magnétise le courant rotorique c'est-à-dire le courant du bobinage d'excitation, avec
15 un courant supérieur à celui nécessaire en mode alternateur.

En variante on peut agir sur la tension d'excitation et augmenter celle-ci par rapport au mode alternateur.

Dans un autre mode de mise en œuvre, qui est un mode de mise en œuvre préféré, on commande le circuit de surexcitation de façon que la tension ou le courant qu'il délivre soit
20 toujours inférieure à une tension ou un courant qui, pour une vitesse angulaire donnée pour le rotor, notamment en mode alternateur, correspondrait à une température maximale prédéterminée par des essais ou un autre moyen.
25

Le circuit de surexcitation est dans un mode de réalisation commandé, en fonction de la vitesse angulaire du rotor, de façon que la tension ou le courant de surexcitation que le circuit de surexcitation délivre soit toujours inférieur
30 à la tension ou au courant maximal qui correspond à cette vitesse angulaire.

On utilise ainsi la machine en mode alternateur au maximum de ses possibilités.

En variante encore on peut prévoir que c'est le rapport cyclique du signal à modulation de largeur d'impulsion qui
35 commande le commutateur qui est asservi, soit en fonction de la

température, soit en fonction de la vitesse angulaire du rotor, de façon que la température du composant le plus chaud de la machine soit toujours inférieure à la température maximale admissible.

5 En mode démarreur, on utilise ici un rapport cyclique plus élevé qu'en mode alternateur. Par exemple le rapport cyclique est de 100% en mode démarreur et de 75% en mode alternateur.

10 La mise en oeuvre de cet asservissement en température peut être réalisée en mesurant la température du composant le plus chaud et en le comparant à une tension de référence.

15 L'asservissement peut aussi être réalisé en estimant la température du composant le plus chaud à partir d'une température facile à mesurer (typiquement dans le régulateur et en déduisant ladite température du composant le plus chaud.

 Ce circuit d'excitation est par exemple un circuit hacheur élévateur de tension qui comporte une inductance montée entre une ligne d'alimentation à la tension positive du réseau et un interrupteur qui est par ailleurs relié à la masse.

20 Le circuit d'excitation est donc un survolteur électronique suivant une caractéristique.

 Avantageusement le survoltage est plus important en mode démarreur qu'en mode alternateur.

25 Dans le cas où il surviendrait accidentellement une coupure de la liaison électrique entre l'alternateur et la batterie ("load dump"), on met en œuvre une démagnétisation rapide par exemple à l'aide d'interrupteurs.

30 Dans une forme de réalisation à la fermeture d'un interrupteur de contact on alimente le bobinage d'excitation du rotor 4 avec une tension et/ou un courant important, par exemple avec une tension de l'ordre de 20V et un courant de 10A, sachant que la tension nominale est normalement de 14V.

35 La tension et/ou le courant important ainsi généré permettent d'installer rapidement un couple de démarrage important.

La tension d'alimentation du bobinage de rotor est ensuite diminuée dans une deuxième phase pour être passée par exemple à 12 V ou 6 A à l'issue d'un temps donné, ce qui évite de chauffer de façon trop importante le bobinage d'excitation de
5 l'alternateur-démarrreur.

Puis, la tension décroît pour devenir nulle ou devient négative lorsque le démarrage est détecté, afin de ne pas surcharger le moteur thermique dans la phase de démarrage et éviter que celui-ci cale lorsque l'on passe en mode alternateur.

10 Cette inversion de tension est obtenue par exemple grâce à un interrupteur de démagnétisation rapide.

Pour plus de précisions on se reportera au document FR 00 16133 déposé le 12/12/2000 et notamment aux figures 5 et 6 de celui-ci.

15 Les modes de réalisation des figures 7 à 11 de ce document sont également possibles.

L'interrupteur de démagnétisation rapide permet donc de désactiver rapidement le bobinage d'excitation par arrêt du courant dans celui-ci.

20 Grâce à ses dispositions le couple - et donc la puissance de démarrage- de l'alternateur-démarrreur est augmentée au maximum. On magnétise donc le rotor avec un courant circulant dans le bobinage d'excitation supérieur à celui nécessaire en mode alternateur.

25 Bien entendu la surexcitation du bobinage d'excitation peut être réalisée d'une autre manière. Par exemple on peut agir sur le nombre de spires de la bobine d'excitation du rotor et sur sa résistance afin d'obtenir sur une même tension d'alimentation un nombre d'Ampères-tours supérieur. Par exemple,
30 en considérant un bobinage d'excitation d'un rotor d'un alternateur classique comportant N spires de section A correspondant à une résistance R , un mode de réalisation de l'invention consiste à doter ce bobinage d'excitation de $N/2$ spires de section $2A$ ce qui correspond à une résistance $R/4$.

35 Le courant devient donc 4 fois supérieur à celui de l'alternateur classique pour une même tension. Le nombre

d'Ampères-tours est deux fois supérieur à celui de l'alternateur classique.

En variante on peut augmenter en mode démarreur le voltage à l'aide d'un survolteur de manière précitée. Par
5 exemple on peut appliquer à l'aide d'un survolteur électronique une tension proche de 1,5 fois la tension nominale soit avec un courant de 1,5 fois le courant nominal en mode alternateur.

Ce survoltage entraîne une augmentation du courant électrique parcourant la bobine d'excitation.

10 Dans les phases de fonctionnement en mode alternateur la tension d'excitation est alors ramenée à une valeur permettant un fonctionnement satisfaisant pour le bilan de charge.

Par exemple, lorsque le circuit de surexcitation comporte de manière précitée une commande avec un signal à modulation de
15 largeur d'impulsion «PWM», on peut agir sur le rapport cyclique d'excitation pour diminuer celui-ci en mode alternateur afin d'avoir une puissance électrique à dissiper dans la bobine d'excitation équivalente à celle d'une bobine classique.

La surexcitation peut se produire uniquement en mode
20 démarreur.

Avantageusement une surexcitation est produite également en mode alternateur ce qui permet d'avoir plus de puissance pour les consommateurs et/ou charges pour une tension nominale de 14V avec une batterie de 12V sans avoir besoin d'une batterie plus
25 puissante, sachant que les véhicules automobiles sont de plus en plus dotés d'équipements requérant plus d'énergie.

En mode démarreur (fonctionnement en moteur électrique) l'alternateur-démarreur surexcité peut entraîner plus de consommateurs et/ou de charges notamment lorsque le moteur
30 thermique du véhicule est arrêté au feu rouge, l'alternateur-démarreur fonctionnant alors en moteur auxiliaire.

Grâce à la surexcitation le couple de démarrage peut être produit plus rapidement et peut augmenter et diminuer plus aisément grâce notamment à la démagnétisation rapide.

On peut réaliser la surexcitation avec un bobinage d'excitation de plus faible résistance par rapport à celui d'un alternateur conventionnel.

- 5 Dans tous les cas la démagnétisation rapide évite de prélever inutilement du couple sur le moteur thermique au début du fonctionnement en mode alternateur.

Le moteur thermique ne calera pas au début de sa mise en route - au régime de ralenti - car à ce moment là, la bobine d'excitation n'est pas activée. La magnétisation de la bobine d'excitation en mode alternateur se fait une fois le moteur lancé. Cette démagnétisation est utilisée en cas de «Load dump».

- 10 Bien entendu une fois le couple de démarrage installé rapidement, on peut réaliser d'autres formes de courbes qui permettent par exemple une diminution progressive.

15 Aucun couple inutile étant prélevé grâce à la démagnétisation rapide.

- Après le démarrage, le passage en mode alternateur peut se faire de manière connue avec une charge progressive ou un contrôle de vitesses pour éviter le calage du moteur thermique du véhicule.

20 Bien entendu en variante l'asservissement en mode alternateur peut être réalisé avec une boucle ouverte.

- IL est donc possible de ne pas utiliser d'asservissement en température en mode alternateur.

- 25 La courbe de débit de l'alternateur (intensité en fonction du nombre de tours par minute) est dans un mode de réalisation programmée à l'aide de seuils de rapports cycliques de signaux à modulation de largeurs d'impulsions fixés par avance et correspondant aux besoins du véhicule automobile.

- 30 Cette programmation réduit par exemple l'intensité aux fortes vitesses de rotation et aux débits importants par exemple de l'ordre de 90 à 120 Ampères pour notamment éviter d'utiliser des roulements à billes de support de l'arbre de rotor trop chers. Pour des raisons économiques, on peut donc se pénaliser
- 35

dans les fortes vitesses de rotation. Dans les plages de faible vitesse, on réalise une surexcitation.

Il en est de même dans la plage de vitesse moyenne, au alentour de 3000 tours par minute, on réalise une surexcitation,
5 le courant débité étant alors de l'ordre de 60 à 90 Ampères.

Tout peut être préprogrammé à l'avance notamment en fonction des essais.

La surexcitation du bobinage d'excitation peut être réalisée en jouant sur le nombre d'Ampères-tours dudit bobinage.

10 Bien entendu on peut, en mode alternateur, réaliser une surexcitation dans les grandes vitesses de rotation du rotor grâce au contrôle du paramètre précité.

En variante on peut mettre en forme le bobinage d'excitation à l'aide d'un outil de conformage pour donner à
15 celui-ci à sa périphérie externe une forme pointue ou une forme de tonneau afin que le bobinage vienne au plus près des dents axiales du rotor à griffes comme décrit par exemple dans le document FR00 06853 déposé le 29 mai 2000. Ceci est favorable pour la surexcitation.

20 Bien entendu l'alternateur-démarrreur peut être implanté au niveau de l'embrayage du véhicule automobile comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 782 356 déposé le 28 juillet 1999.

Ainsi le rotor de l'alternateur-démarrreur peut être
25 implanté entre le moteur à combustion interne du véhicule automobile et le plateau de réaction de l'embrayage à friction.

En variante le rotor peut être implanté en aval de l'embrayage à friction.

Dans ces deux cas le rotor est entraîné en rotation par
30 le volant moteur du véhicule automobile lié en rotation au vilebrequin du moteur thermique du véhicule automobile.

Le rotor peut être porté par le volant moteur, qui entraîne en rotation de l'embrayage à friction, le plateau de
35 réaction constituant alors l'extrémité arrière du volant moteur.

De manière précitée ce volant peut être en deux parties en sorte que le rotor est dans ce cas porté par la partie primaire, solidaire en rotation du vilebrequin ou la partie secondaire solidaire du plateau de réaction de l'embrayage
5 destiné à coopérer avec une face de friction du disque de friction de l'embrayage. Des organes élastiques, ainsi qu'éventuellement un limiteur de couple, interviennent entre ces deux parties pour une bonne filtration des vibrations et formation d'un double volant amortisseur. En variante ces deux
10 parties sont solidaires, l'une pouvant être souple axialement pour formation d'un volant flexible.

L'alternateur-démarreur peut être sans balai. En variante l'alternateur-démarreur comporte un rotor à pôles saillants avec des bobinages d'excitation associés à chaque pôle. Un tel rotor
15 à pôles saillants est décrit par exemple dans le document PCT/FR 02/00037 auquel on se reportera pour plus de précisions. Dans tous les cas le rotor de la machine comporte au moins un bobinage d'excitation.

Il est en outre prévu des moyens pour le suivi de la
20 position angulaire du rotor pour, en mode moteur électrique, injecter au bon moment du courant électrique dans la phase appropriée et donc dans le bobinage concerné du stator.

Ces moyens avantageusement du type magnétique, en variante du type optique, envoient des informations à l'unité
25 électronique de commande et sont décrits par exemple dans les documents FR-A-2 807 231 déposé le 20 novembre 2000, FR-A-2 806 223 déposé le 10 mars 2000 et FR-A-2 806 224.

Ainsi à la figure 1 une cible 50 est fixée sur un porte-cible calé en rotation sur le rotor 4. Ce porte-cible est
30 implanté axialement entre le rotor 4 et le palier arrière 14 radialement en dessous des pales 45 du ventilateur 44. Ce porte-cible forme une entretoise entre le rotor 4 et la bague interne du roulement à billes du palier arrière 14 et entoure en partie la bague externe de ce roulement à billes comme visible dans les
35 figures des documents FR-A-2 806 223 et FR-A-2 806 224 précitées. Sur le fond transversal du palier arrière est fixé un porte-

capteurs 53 qui porte ici trois capteurs 52 du type à effet Hall, en variante du type magnéto résistif dont la résistance varie en fonction du flux magnétique.

La cible 50 est ici magnétique et porte de manière alternée des pôles Nord et Sud. La lecture par les capteurs 52 à seuil est du type radiale. Pour ce faire le porte-capteurs 53, par exemple en matière plastique, présente des portions 55 d'orientation axiale 55 traversant ici un trou 54 de grande taille du palier 14. Chaque portion 55 porte un capteur 52 implanté radialement au-dessus de la cible 50 d'orientation axiale portée par la périphérie externe du porte-cible. En variante la cible est crénelée et les capteurs sont du type magnéto résistif.

Le porte-capteurs 53 présente des oreilles 56 avec des trous de forme oblongue traversés chacun par un boulon de fixation 57 au fond du palier 14. Les portions 55 sont implantées radialement en dessous des pales 45. Le porte-capteurs 53 a ainsi une position réglable circonférentiellement par rapport au palier 14. Un capot de protection 17, classiquement en matière plastique, ajouré coiffe la partie arrière de la machine et notamment le porte-balais 16 et le porte-capteurs 53. Ce capot 17 est fixé sur le flasque arrière 14 constituant avec le palier avant 13 le support fixe S du stator 8 de la machine du type synchrone. Les paliers sont ici métalliques en étant par exemple à base d'aluminium et sont reliés électriquement à la masse du véhicule.

En variante la lecture est axiale les capteurs étant implantés axialement en face de la cible. En variante le porte-cible est implanté entre le fond du palier avant 13 et le rotor à la place de l'entretoise 70 en appui sur la bague interne du roulement à billes 11. Le porte-capteurs 53 est alors fixé de manière réglable angulairement sur le palier avant 13.

En variante la cible est fixée sur la poulie 1 en vis à vis du porte-capteurs porté de manière réglable angulairement par le palier avant 13 comme décrit dans le document FR-A-2 807 231 précité; la lecture étant du type axial ou radial.

En variante les capteurs sont montés sur une pièce porteuse portant à sa périphérie externe le stator de la machine et permettant de définir un entrefer précis avec le rotor. Le volant moteur porte le rotor de la machine ainsi que le plateau
5 de réaction de l'embrayage. Des moyens de palier, tels qu'au moins un roulement à billes, interviennent entre le volant moteur et la périphérie interne de la pièce porteuse comportant une partie en forme de U entourant partiellement le rotor portant une roue codeuse. Les capteurs sont implantés en vis à
10 vis de cette roue codeuse comme décrit dans les figures 23 à 25 du document FR 0016710 déposé le 20/12/2000. La machine est alors du type synchrone.

La cible comporte avantageusement un nombre de paires de pôles magnétiques Nord-Sud identiques à celui du rotor 4. Le
15 porte-cible est de nature amagnétique ou en variante magnétique. La cible peut comporter des ferrites et/ou des terres rares ou ne comporter que des secteurs inertes fluxés par le champ magnétique rotorique.

Les moyens de suivi de la position angulaire du rotor
20 sont donc du type magnétique avec des capteurs à effet Hall ou magnétorésistifs

En variante ces moyens de suivi sont du type optique et font donc appel à des capteurs optiques tels que des capteurs
optoélectroniques.

25 Dans tous les cas les capteurs envoient des informations à l'unité électronique de commande et de contrôle. Ici trois capteurs sont prévus à raison d'un capteur par phase, les signaux des capteurs étant, de manière connue, déphasés d'un angle de 120° électrique pour alimentation séquentielle des
30 phases du stator 8 permettant de créer un champ électromagnétique tournant.

La présente invention a pour but notamment de perfectionner le fonctionnement en moteur auxiliaire de cette machine ici du type synchrone.

35 Suivant l'invention un procédé de commande d'une machine électrique tournante polyphasée et réversible, dite alternateur-

démarreur, pour véhicule automobile à moteur thermique pouvant fonctionner soit en générateur électrique -mode alternateur- soit en moteur électrique pour notamment démarrer le moteur thermique est caractérisé en ce que lors du fonctionnement en

5 moteur électrique ladite machine est entraînée selon deux modes correspondants à des courbes de caractéristiques vitesse/couple différentes, à savoir un premier mode, dit mode démarreur du moteur thermique, permettant d'entraîner le moteur thermique du véhicule pour démarrer celui-ci avec des couples élevés pour des

10 vitesses basses, tandis que le second mode dit mode moteur auxiliaire, permet d'entraîner la machine seule ou au moins un consommateur de puissance, tel qu'un accessoire, et/ou le moteur thermique avec des vitesses plus élevées et des couples plus faibles que ceux du premier mode.

15 Dans un mode de réalisation on fait travailler les capteurs selon deux modes.

Plus précisément comme visible à la figure 2 grâce à l'invention on obtient lors du fonctionnement en moteur électrique les courbes caractéristiques A,B - C,D respectivement

20 pour la puissance et le couple en fonction du nombre de tours par minute du rotor 4 de la machine, dont la vitesse de rotation est proportionnelle à celle du vilebrequin du moteur thermique du véhicule. Dans cette figure 2 on a représenté en abscisse le nombre de tours par minute du moteur thermique.

25 La courbe de puissance A,B passe rapidement par un maximum puis décroît (portion A : puissance avec dispositif W). A partir d'un seuil n on change de mode pour passer au second mode -fonctionnement en moteur auxiliaire- et décrire la portion B (puissance sans dispositif W) de la courbe A,B.

30 Cela est réalisé avant que la puissance s'annule pour ici 1500 t/mn. Cette annulation dépend bien entendu des applications. La courbe A' en pointillés correspond au prolongement de la courbe caractéristique A sans les dispositions selon l'invention et donc annulation de la

35 puissance pour 1500 t/mn.

De même en considérant la courbe de couple C,D on voit que celle-ci comporte deux tronçons à savoir les tronçons C (couple avec dispositif N.m) et D (couple sans dispositif N.m) correspondant respectivement au premier et au second mode selon l'invention avec un changement de courbe au point n, la courbe C' prolongeant la courbe C pour s'annuler ici à 1500 t/mn. Le point n correspond ici à un couple élevé voisin du maximum de la courbe A.

Grâce à l'invention on produit un couple après un seuil de vitesses ici de 1500 tours par minute.

Bien entendu dans le second mode - fonctionnement en moteur auxiliaire - le courant d'excitation du bobinage d'excitation du rotor est réglé différemment de celui en mode démarreur et en mode alternateur.

On voit que le couple maximum est voisin de la vitesse nulle car, comme mentionné ci-dessus, le couple croît rapidement au départ.

Suivant une caractéristique, on optimise le calage des capteurs 52 des moyens pour le suivi de la position angulaire du rotor 4.

Les signaux envoyés par les capteurs 52 à l'unité électronique de contrôle et de commande sont utilisés dans l'ordre direct tant que la fonction moteur auxiliaire n'est pas activée ou que la vitesse d'activation correspondant au point n de la figure 2 n'est pas atteinte. Cela correspond aux courbes A et C.

L'unité électronique et de contrôle pilotant le pont redresseur et de commande, appelé également onduleur, comportant des bras avec des diodes comme visible par exemple dans les documents EP-A-0 260 1786, FR-A-2 745 444 et FR-A-2 745 445 auxquels on pourra se reporter pour plus de précisions, on pilote directement les bras de l'onduleur (du pont) pour alimenter de manière séquentielle les bobinages des phases du stator 8 comportant chacun au moins un enroulement d'éléments électriquement conducteur.

Dès que la vitesse d'activation est atteinte (point n de la figure 2), on effectue une permutation et une inversion des signaux des capteurs de manière simple et économique.

Cela permet ici de déphaser le signal de commande des
5 bras de l'onduleur (chaque bras étant associé à une phase) de -60° électrique par rapport au pilotage direct des phases du stator. D'autres permutations par pas de -60° électrique sont possibles afin d'atteindre une vitesse supérieure. Un décalage autour de la consigne de vitesse (point n) active ou désactive
10 cette fonction. Tout se passe comme si on avait un nouveau capteur de phase dans le second mode.

Par exemple par rapport à la position 0 correspondant à une lecture directe des signaux des capteurs par l'unité de commande et de contrôle pour commander de manière séquentielle
15 les bras du pont redresseur, on effectue à la vitesse de seuil n une permutation des signaux des capteurs -soit un déphasage de -120° - puis une inversion pour arriver à la position 1 consistant à un déphasage de -60° par rapport à la position 0. Cela est généralisable.

Ainsi on peut obtenir dans le deuxième mode un autre changement pour une vitesse n_2 supérieure à n en effectuant un nouveau déphasage des signaux des capteurs de -60° électrique. Cela est réalisé par une permutation des signaux des capteurs par rapport à la position 0 pour arriver à la position 2 décalée
20 de -120° par rapport à la position 0 et de -60° par rapport à la position 1.

Ainsi qu'il ressort de la description on peut obtenir un nouveau changement -position 3- pour une vitesse n_3 supérieure à n_2 en effectuant une permutation et une inversion des signaux
30 des capteurs par rapport à la position 2. On est alors décalé ou déphasé de -180° par rapport à la position 0.

Une nouvelle position 4 est obtenue pour une vitesse n_4 supérieure en effectuant une permutation (-120°) des signaux des capteurs par rapport à la position 2 et ainsi de suite pour
35 la position 5 (n_5 supérieure à n_4 et permutation et inversion par rapport à la position 4) pour après arriver à une position 6

correspondante à un déphasage de -360° par rapport à la position 0 c'est à dire à un retour à la position 0.

Toutes ces variations conduisent à la formation de nouveaux capteurs à chaque position et ce à l'aide des mêmes capteurs soit par permutation et inversion, soit par inversion des signaux des capteurs.

La fonction peut être obtenue soit par traitements informatiques à l'aide du calculateur de l'unité électronique de commande et de contrôle et de tables préenregistrées soit à l'aide de composants discrets comme décrits à la figure 3.

Bien entendu on mesure la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur thermique soit directement, soit par l'intermédiaire d'un rapport de multiplication par exemple en mesurant la vitesse de rotation du rotor 4.

Chaque capteur est ici dédié à l'une des phases du stator de la machine ici du type triphasé. Ces capteurs détectent en association avec la cible, la position angulaire du rotor 4 et envoie une information à l'unité électronique de commande et de contrôle pour que celle-ci commande par l'intermédiaire des bras du pont redresseur l'injection de courant dans le bobinage de la phase concernée. Cela se produit lorsque le capteur concerné envoie à partir d'un seuil un signal d'activation respectivement C1, C2, C3 à ladite unité.

En dehors de cette activation les capteurs envoient un signal de non activation (-) C1, (-) C2, (-) C3 à ladite unité.

A la figure 3 chaque capteur de phase 1, 2, 3 envoie lorsqu'il est activé son signal C1, C2, C3 à une première porte logique recevant une information d'un bloc adapté à indiquer que la vitesse n est atteinte et que la fonction moteur auxiliaire est activée.

Plus précisément lorsque la vitesse de rotation du vilebrequin correspondante à la vitesse de seuil n n'est pas atteinte, ce bloc envoie une information ici. (-)n à la première porte logique associée à chaque capteur de phases 1,2,3.

Ces premières portes logiques sont du type et, en sorte que lorsque l'un des capteurs de phases est activé et que la

vitesse n n'est pas atteinte (information $(-)n$), la première porte logique délivre un signal (référence ≤ 1 à la figure 3). Ainsi tant que la vitesse n n'est pas atteinte les capteurs de phase travaillent normalement selon le 1^{er} mode.

- 5 Dès que la vitesse n est atteinte et la fonction moteur activée, le bloc précité envoie une information n à des deuxièmes portes logiques, chaque deuxième porte étant associée à l'un des capteurs de phase.

- 10 Ainsi la deuxième porte logique du capteur de phase 1 est reliée au capteur de phase 3 et au bloc, la deuxième porte logique du capteur de phase 2 est reliée au capteur de phase 1 et au bloc, et enfin la deuxième porte logique du capteur de phase 3 est reliée au capteur de phase 2 et au bloc.

- 15 Plus précisément ces deuxièmes portes logiques sont reliées aux sorties de ces capteurs indiquant que le capteur est inactif.

Lorsque la vitesse n est atteinte et la fonction moteur auxiliaire est activée, la deuxième porte logique du type et délivre un signal permuté et inversé.

- 20 Plus précisément la deuxième porte logique du capteur de phase 1 délivre ce signal lorsque le capteur de phase 3 est inactif ; la première porte logique ne délivrant plus de signal du fait que la condition vitesse inférieure à n n'est plus remplie. Tout se passe comme si l'on avait un nouveau capteur de phase $C'1$ qui envoie des informations à l'unité électronique de commande et de contrôle.

- 25 L'équation de ce nouveau capteur est $C'1 = C1 \cdot (-)n + n \cdot (-)C3$ dans laquelle $C'1$ est le signal actif délivré par ce nouveau capteur, correspond à la condition et, $(-) C3$ ou $(-) (n)$ à la condition inactive du capteur $C3$ et du bloc et $+$ à la condition ou.

- 30 En dessous de la vitesse n le nouveau capteur de la phase 1 correspond au capteur de phase 1 et est donc actif (délivre un signal) uniquement lorsque le capteur de phase 1 est actif. Dès que la vitesse n est atteinte et la fonction moteur auxiliaire
- 35

est activée, le nouveau capteur de phase 1 est actif uniquement lorsque le capteur de la phase 3 est inactif.

Il en est de même pour les phases 2 et 3, les nouveaux capteurs de phase 2 et 3 ayant pour équation $C'3 = C3$. (-) n + n. (-) C2 et $C'2 = C2$. (-) n + n. (-) C1.

Ainsi dans le deuxième mode, on déphase les signaux de commande des phases de -60° électrique par rapport au pilotage direct (relation C. (-) n) satisfaite.

Bien entendu comme explicité ci-dessus il faut en fonction moteur auxiliaire un dispositif pour débrayer la machine et l'accessoire à entraîner du vilebrequin. Ce dispositif peut comporter un embrayage électromagnétique comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 648 886.

Dans ce cas le moteur comporte un nez fixe sur lequel est monté à rotation la poulie du vilebrequin, dont l'extrémité est liée en rotation à une pièce de liaison solidaire du plateau de l'embrayage électromagnétique, dont la bobine est propre à être solidarisée au nez.

Le plateau fixe de l'embrayage est solidaire de l'un des flasques de la poulie.

Des dispositifs à roue libre pilotée peuvent être utilisés comme décrit par exemple dans le document EP -A- 0 715 979 précité.

En variante on utilise de manière précitée des rapports de transmission différents en fonction du mode de fonctionnement choisi. Par exemple on peut utiliser une transmission sous la forme d'un variateur de vitesse avec une poulie menante, une poulie menée et une courroie passée en boucle sans fin sur l'une et l'autre de ces poulies. Chaque poulie comporte deux flasques de forme tronconique dont un au moins est monté mobile axialement sous le contrôle de moyens élastiques de rappel.

Ainsi lorsque le flasque mobile de la poulie menée est en position extrême avancée, le flasque mobile de la poulie menante est en position extrême reculée et vice-versa comme décrit dans le document précité FR-A-2 648 886 auquel on pourra se reporter.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits.

Ainsi les phases d'arrêt et redémarrage peuvent être gérées soit par l'ECU (unité de contrôle du moteur thermique) du véhicule soit par le microcontrôleur du moteur thermique de l'électronique de pilotage, l'une ou l'autre des solutions utilisant les informations provenant du véhicule et transmises soit en analogique, en numérique via une liaison par exemple selon la terminologie anglo-saxonne du type CAN, VAN..., soit par un mixte des deux.

La partie régulation de la tension de bord générée durant les modes alternateur est contrôlée à l'aide du microcontrôleur. Lors des freinages du véhicule, le mode freinage en récupération est activé, le taux d'excitation est augmenté afin de prélever sur le moteur un couple supérieur, l'énergie ainsi récupérée est stockée dans un dispositif étudié à cet effet (Ultracapacité par exemple) qui restituera l'énergie électrique au réseau de bord soit pour un nouveau démarrage si l'action de freinage visait à stopper le véhicule, soit pour les consommateurs connectés, réduisant ainsi le couple prélevé par le générateur ce qui permet d'accroître le rendement du système.

Cette énergie peut être aussi utilisée lors des phases stop et utilisation mode moteur auxiliaire. Ce moteur sert à entraîner soit un climatiseur ou un quelconque autre dispositif mécanique.

Afin d'assurer le démarrage à froid des véhicules de fortes cylindrées, on peut utiliser par grand froid un démarreur auxiliaire associé comme décrit dans le document FR-99 10316 déposé le 9 août 1999. La commande de ce démarreur n'est activée que lorsque la sonde thermique de l'électronique du système détecte une température inférieure à une valeur minimum. La stratégie de pilotage devient alors : t0 activation du solénoïde du démarreur auxiliaire, et préexcitation du bobinage d'excitation du rotor à l'aide de l'unité de commande et contrôle. Cet ordre peut être modifié et ajusté compte tenu des

constantes de temps des deux machines. Puis on active le mode démarrage.

Les puissances fournies par chaque machine sont alors additionnelles et permettent ainsi le démarrage. Dès lors que la
5 sonde de l'électronique du système détecte à la mise sous tension une température supérieure à t_0 le démarreur n'est plus utilisé.

Cette stratégie permet d'entraîner à des vitesses supérieures à celle d'un démarreur en fonctionnement normal le
10 moteur thermique et donc à rendre le démarrage plus propre en terme d'émission moteur thermique.

Afin de faciliter le câblage du système sur le véhicule on utilisera avantageusement un dispositif de connexion avec au moins un connecteur à deux sous-ensembles doté d'un unique moyen
15 de fixation, tel qu'un moyen à vis et écrou, permettant de serrer entre eux des éléments électriquement conducteurs homologues de deux sous-ensembles comme décrit dans les documents FR-01 00931 du 24/01/2001 et FR-00 10737 du 18 août 2000.

20 Bien entendu dans le deuxième mode en fonctionnement moteur électrique, la machine peut servir à entraîner le moteur thermique au-dessus de la vitesse de rotation - ici 1500 t/mn - pour laquelle la puissance s'annule. Ainsi le démarrage du moteur thermique est correct.

25 On peut également, notamment après démarrage du moteur thermique, entraîner la machine électrique seule dans le second mode avant de passer en mode alternateur. Par exemple on peut débrayer la charge (le consommateur de puissance mécanique) à l'aide par exemple d'un embrayage électromagnétique monté au
30 sein d'une poulie dont l'un des flasques forme une poulie secondaire comme décrit dans le document FR-A-2 648 886. Après un arrêt au feu rouge on déleste - on débraye - la charge c'est à dire que l'on déconnecte le consommateur de puissance, lors de l'opération de redémarrage.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'une machine électrique tournante
5 polyphasée et réversible, dite alternateur-démarreur, pour
véhicule automobile à moteur thermique pouvant fonctionner soit
en générateur électrique -mode alternateur- soit en moteur
électrique pour notamment démarrer le moteur thermique, est
caractérisé en ce que lors du fonctionnement en moteur
10 électrique ladite machine est entraînée selon deux modes
correspondants à des courbes de caractéristiques vitesse/couple
différentes, à savoir un premier mode, dit mode démarreur,
permettant d'entraîner le moteur thermique du véhicule pour
démarrer celui-ci avec des couples élevés pour des vitesses
15 basses, tandis que le second mode, dit mode moteur auxiliaire,
permet d'entraîner la machine seule ou au moins un consommateur
de puissance et/ou le moteur thermique avec des vitesses plus
élevées et des couples plus faibles que ceux du premier mode.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
20 que lorsque le consommateur de puissance est utilisé avant le
démarrage du véhicule, on amène ledit consommateur à sa vitesse
de rotation via ladite machine en passant par le premier mode
sans entraîner le moteur thermique.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce
25 que pour redémarrer le véhicule -machine électrique étant dans
l'état second mode de fonctionnement en moteur électrique et
vilebrequin du moteur thermique débrayé- on amène la machine à
sa vitesse maximum atteignable puis on embraye le vilebrequin.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce
30 que l'on déconnecte le consommateur lors de l'opération de
redémarrage du moteur thermique.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
que partant d'une machine comportant un rotor (4) portant au
moins un bobinage d'excitation, l'on surexcite le bobinage
35 d'excitation du rotor lors du fonctionnement de la machine en
mode démarreur pour maximiser le couple de démarrage de ladite
machine.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que lorsque la machine fonctionne en moteur électrique, l'on surexcite le bobinage d'excitation de manière différente en mode démarreur et en mode moteur auxiliaire et en ce que l'on surexcite le bobinage d'excitation de manière différente lorsque la machine fonctionne en moteur électrique et lorsque la machine fonctionne en mode alternateur.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on contrôle un paramètre qui est fonction de la tension aux bornes du bobinage d'excitation et/ou du courant dans ce bobinage d'excitation pour maintenir ce paramètre en permanence d'un même côté d'une valeur seuil qui correspond à une température maximale admissible pour la machine électrique et ses composants.

8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on effectue une démagnétisation rapide du bobinage de surexcitation avant de passer en mode alternateur.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, partant d'une machine électrique dotée d'un stator(8) présentant des phases, d'un rotor (4) et de moyens comportant des capteurs (52) pour le suivi de la rotation du rotor (4), les dits capteurs étant adaptés à envoyer des signaux à une unité électronique de commande et de contrôle des phases du stator (8), les signaux des capteurs (52) sont utilisés dans l'ordre direct tant que la fonction mode moteur auxiliaire n'est pas activée ou que la vitesse d'activation de cette fonction n'est pas atteinte.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, dès que fonction mode moteur auxiliaire est activée et que la vitesse d'activation de cette fonction est atteinte, on effectue une permutation et une inversion des signaux des capteurs.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la permutation et l'inversion sont réalisées en sorte de créer un déphasage d'un pas de $\sim 60^\circ$ électrique.

12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'inversion et la permutation sont réalisés par l'intermédiaire de deux portes logiques associées à chaque capteur et d'un bloc indiquant l'état de la fonction mode moteur
5 auxiliaire activée ou non et vitesse d'activation de cette fonction atteinte ou non.

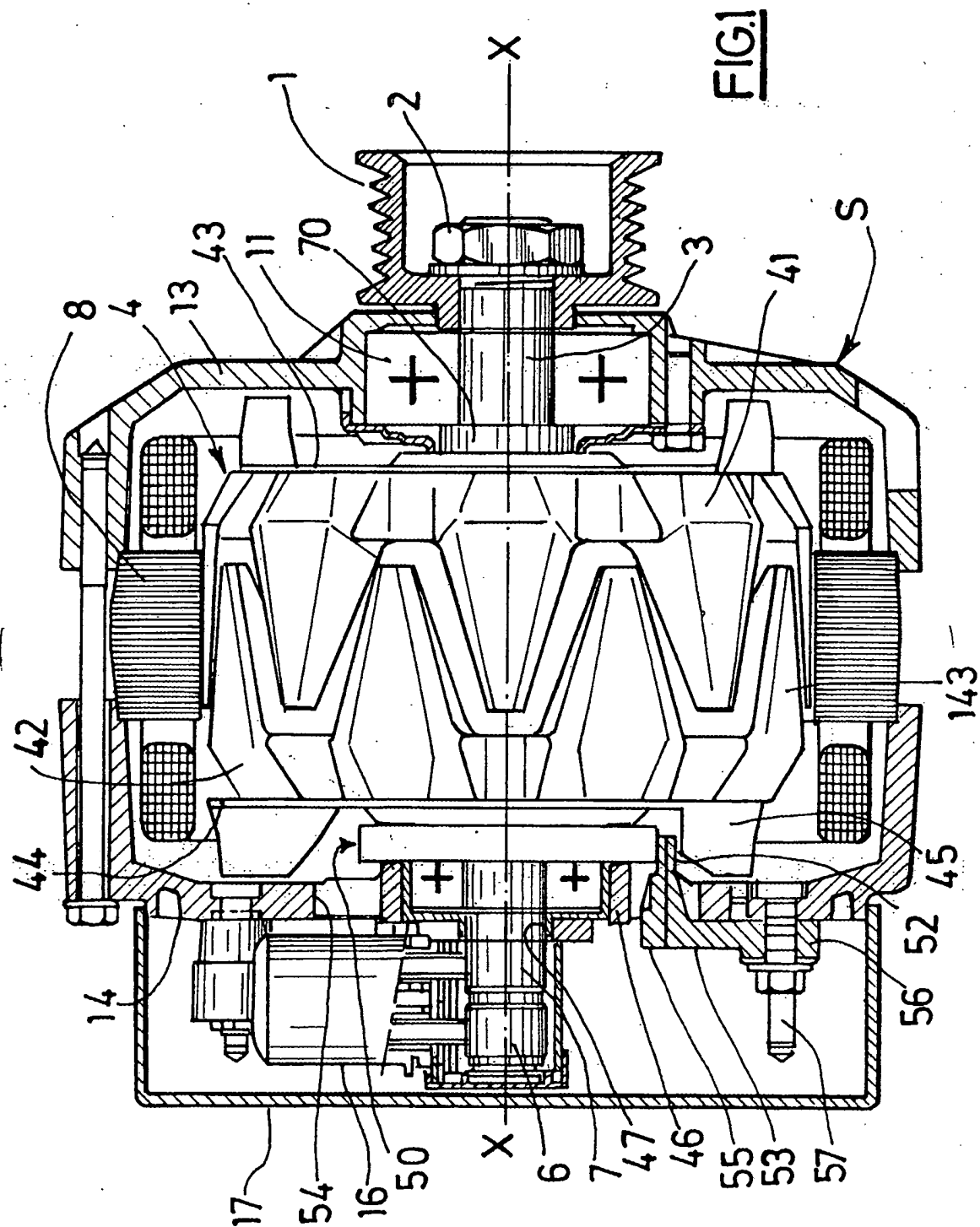
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque première porte logique est une porte et ouverte lorsque le capteur concerné est activé pour fournir un signal et
10 lorsque ladite fonction n'est pas activée ou que sa vitesse d'activation n'est pas atteinte.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque deuxième porte logique est une porte et ouverte lorsque l'un des autres capteurs n'est pas activé pour fournir
15 un signal et lorsque ladite fonction est activée - vitesse d'activation atteinte.

15. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'inversion et la permutation sont réalisée par traitements informatiques.

20 16. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'au-delà de la vitesse d'activation, on effectue pour une vitesse supérieure à la vitesse d'activation une inversion des signaux des capteurs.

1/3



2/3

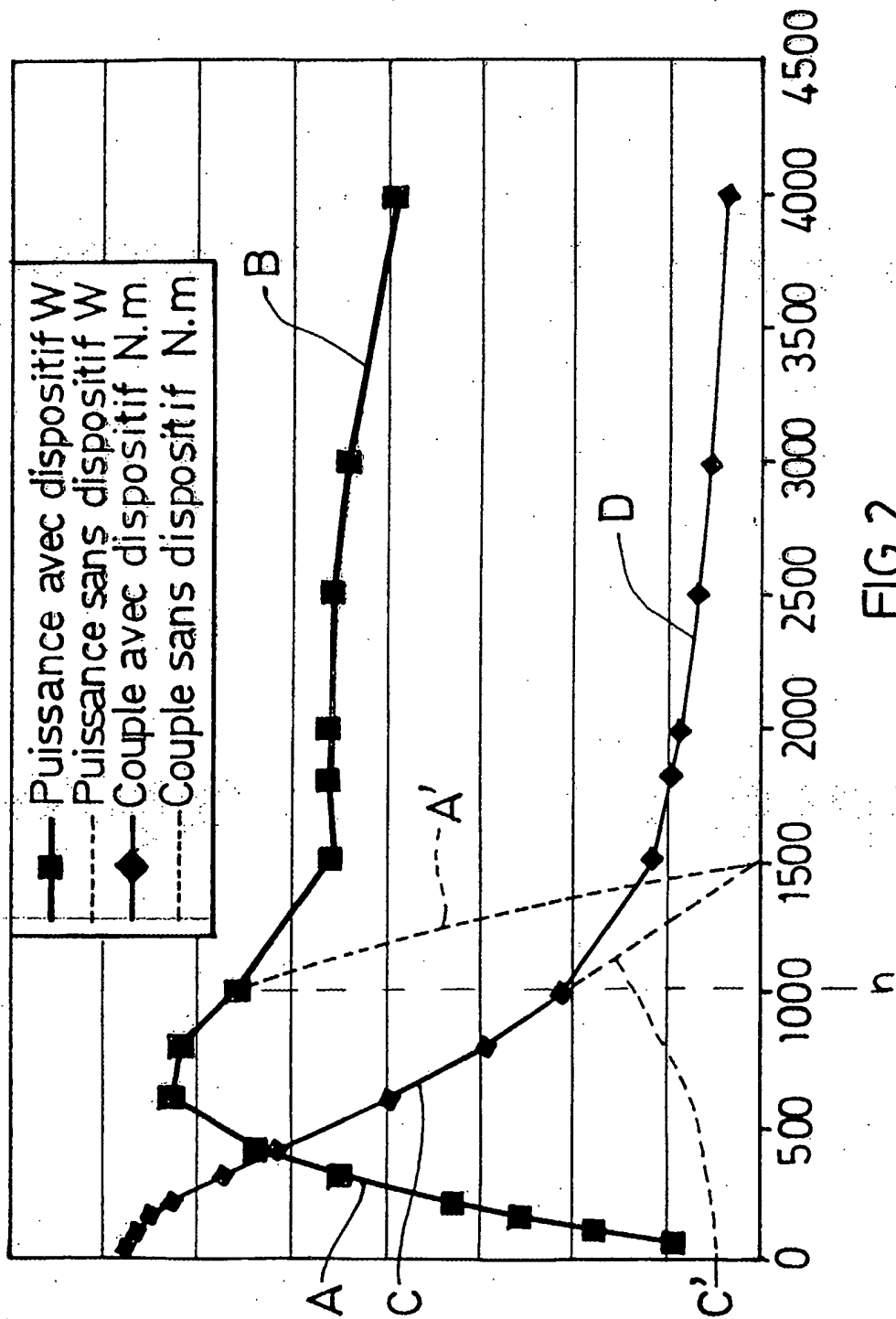


FIG. 2

3/3

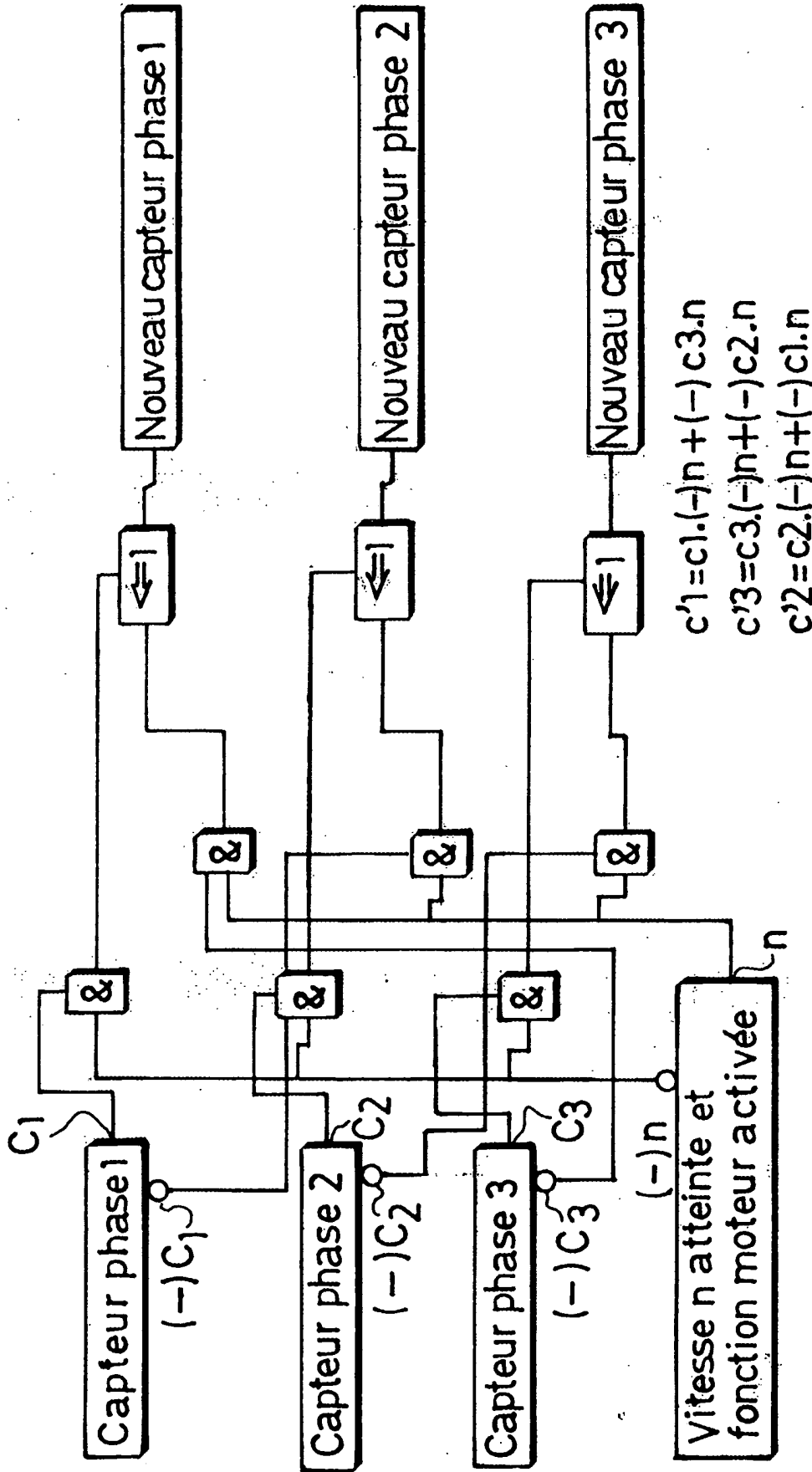


FIG. 3

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B60H1/32 F02N11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60H F02N B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 197 38 250 A (DAIMLER-BENZ-AKTIENGESELLSCHAFT) 4 March 1999 (1999-03-04) abstract column 2, line 4-42 column 2, line 55 -column 3, line 24; figures 1,2	1,5-7
Y	US 4 803 376 A (N'GUYEN) 7 February 1989 (1989-02-07) abstract column 1, line 44-68 column 3, line 34 -column 11, line 26; figures 1-12	1,5-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 May 2002

Date of mailing of the international search report

06/06/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beitner, M

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 100 01 436 A (ROBERT BOSCH GMBH) 17 August 2000 (2000-08-17) abstract column 2, line 13 -column 3, line 67 column 4, line 26 -column 5, line 5 column 5, line 48 -column 6, line 37; figures 1,3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date	
DE 19738250	A	04-03-1999		DE	19738250 A1	04-03-1999	
<hr/>							
US 4803376	A	07-02-1989		FR	2604041 A1	18-03-1988	
				DE	3769413 D1	23-05-1991	
				EP	0260176 A1	16-03-1988	
<hr/>							
DE 10001436	A	17-08-2000		DE	10001436 A1	17-08-2000	
				WO	0046059 A1	10-08-2000	
				EP	1066168 A1	10-01-2001	
<hr/>							

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B60H1/32 F02N11/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B60H F02N B60K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 197 38 250 A (DAIMLER-BENZ-AKTIENGESellschaft) 4 mars 1999 (1999-03-04) abrégé colonne 2, ligne 4-42 colonne 2, ligne 55 -colonne 3, ligne 24; figures 1,2	1,5-7
Y	US 4 803 376 A (N'GUYEN) 7 février 1989 (1989-02-07) abrégé colonne 1, ligne 44-68 colonne 3, ligne 34 -colonne 11, ligne 26; figures 1-12	1,5-7
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 mai 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/06/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Beitner, M

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>DE 100 01 436 A (ROBERT BOSCH GMBH) 17 août 2000 (2000-08-17) abrégé colonne 2, ligne 13 - colonne 3, ligne 67 colonne 4, ligne 26 - colonne 5, ligne 5 colonne 5, ligne 48 - colonne 6, ligne 37; figures 1,3</p> <p>-----</p>	1

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19738250 A	04-03-1999	DE 19738250 A1	04-03-1999
US 4803376 A	07-02-1989	FR 2604041 A1	18-03-1988
		DE 3769413 D1	23-05-1991
		EP 0260176 A1	16-03-1988
DE 10001436 A	17-08-2000	DE 10001436 A1	17-08-2000
		WO 0046059 A1	10-08-2000
		EP 1066168 A1	10-01-2001